

Bestrahlungseinrichtung für therapeutische und kosmetische Zwecke**Publication number:** DE19852524**Publication date:** 2000-05-18**Inventor:** STIRNER ROLF (DE)**Applicant:** SPECTROMETRIX OPTOELECTRONIC S (DE)**Classification:****- International:**

**A61N5/06; C09K11/67; C09K11/77; H01J61/12;
H01J61/34; H01J61/35; H01J61/40; H01J61/44;
H01J61/52; H01J65/04; A61N5/06; C09K11/67;
C09K11/77; H01J61/02; H01J61/12; H01J61/34;
H01J61/35; H01J61/38; H01J65/04; (IPC1-7): A61N5/06**

- European:

**A61N5/06C2; C09K11/67B3; C09K11/77N6;
C09K11/77N10; C09K11/77N10B; H01J61/12B;
H01J61/34; H01J61/35; H01J61/40; H01J61/44;
H01J61/52B; H01J65/04A1**

Application number: DE19981052524 19981106**Priority number(s):** DE19981052524 19981106**Also published as:**

WO0028575 (A1)

EP1135791 (A1)

EP1135791 (A0)

Report a data error here**Abstract of DE19852524**

The invention relates to a radiation device for therapeutic and cosmetic purposes, for treating primarily T-cell-transmitted skin diseases, especially atopic dermatitis (neurodermatitis), cutaneous T-cell lymphomas, lichen ruber, alopecia areata, systematic lupus erythematoses and psoriasis and for cosmetic tanning. The device comprises at least one optical radiation source that produces a radiation intensity of at least 2 mW/cm² in the wavelength range of 400-440 nm and a radiation intensity of less than 21 % of the radiation intensity in the wavelength range of 400-440 nm in the wavelength range 300-400 nm on a surface to be irradiated.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 52 524 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
A 61 N 5/06

⑲ Aktenzeichen: 198 52 524.9
⑳ Anmeldetag: 6. 11. 1998
㉓ Offenlegungstag: 18. 5. 2000

DE 198 52 524 A 1

⑦① Anmelder:
Spectrometrix Optoelectronic Systems GmbH,
12489 Berlin, DE

⑦④ Vertreter:
Patentanwälte Effert, Bressel und Kollegen, 12489
Berlin

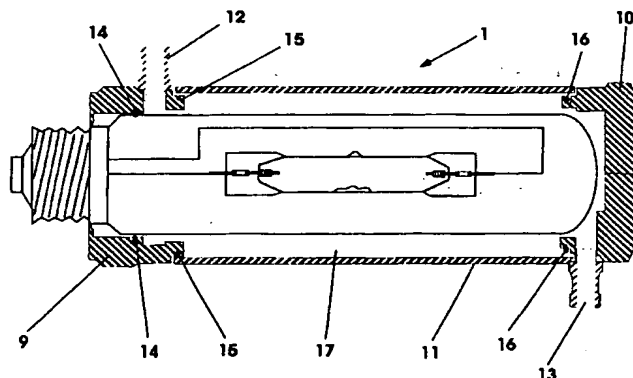
⑦② Erfinder:
Stirner, Rolf, 10589 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Bestrahlungseinrichtung für therapeutische und kosmetische Zwecke

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Bestrahlungseinrichtung für therapeutische und kosmetische Zwecke, umfassend mindestens eine optische Strahlungsquelle, die auf einer zu bestrahlenden Fläche im Wellenlängenintervall von 400-440 nm eine Bestrahlungsstärke von mindestens 20 mW/cm² erzeugt und im Wellenlängenintervall von 340-400 nm eine Bestrahlungsstärke von weniger als 2 mW/cm² erzeugt, wobei die Bestrahlungseinrichtung zur Behandlung von primär T-Zell-vermittelten Hauterkrankungen, insbesondere von atopischer Dermatitis (Neurodermitis), cutanem T-Zell-Lymphom, Lichen ruber, Alopecia areata, systematischen Lupus erythematoses und Psoriasis und zur kosmetischen Bräunung verwendet wird.



DE 198 52 524 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Bestrahlungseinrichtung für therapeutische und kosmetische Zwecke.

Primär T-Zell-vermittelte Hauterkrankungen wie beispielsweise atopische Dermatitis (Neurodermitis), cutanes T-Zell-Lymphom, Lichen ruber und Psoriasis beruhen auf einem Hautinfiltrat von aktivierten T-Lymphozyten des eigenen Körpers. Insbesondere von Neurodermitis sind verstärkt immer mehr Neugeborene und Kinder betroffen. Aufgrund der entzündeten Hautpartien, sowie des damit verbundenen Juckreizes ist diese Erkrankung sowohl physiologisch als auch psychologisch eine schwere Belastung.

Die bisher bekannten Therapien zur Behandlung von Neurodermitis lassen sich im wesentlichen in zwei Klassen unterteilen, nämlich die Chemotherapie und die UVA 1-Lichttherapie.

Bei der Chemotherapie ist der derzeitige Goldstandard in der Behandlung der atopischen Dermatitis die Glukokortikoidtherapie. Bei dieser Therapie kommt es sowohl nach systemischer als auch nach topischer Anwendung zu zum Teil schwerwiegenden Nebenwirkungen. Alternative Verfahren zur Behandlung der Neurodermitis beinhalten die Therapie mit stark immunmodulierenden Pharmaka, wie beispielsweise FK 506 oder Cyclosporin A, über deren Langzeitfolgen noch keine Erfahrungen vorliegen.

Die UVA 1-Lichttherapie hat sich als effektiv zur Behandlung von akuten Neurodermitisschüben, der Urticaria pigmentosa und lokalisierten Sklerodermie erwiesen. Zur Zeit werden für die UVA 1-Therapie nach Meffert und die UVA 1-Therapie nach Krutmann zwei Gerätetypen angeboten. Die UVA 1-Therapie nach Meffert arbeitet brandbandig zwischen 340 und 500 nm, die UVA-Therapie nach Krutmann bei 340–400 nm.

Einen sehr guten Überblick über den Stand der Technik in der UVA 1-Therapie bietet "Stellung zur Qualitätssicherung in der UVA 1-Phototherapie, Fassung der Untergruppe Foto-(Chemo)Therapie und -Diagnostik der Subkommission physikalische Verfahren in der Dermatologie, Mai 1998", sowie die "Richtlinien zur Qualitätssicherung in der Foto-(Chemo)Therapie und Diagnostik", die in "Krutmann, S., Höningmann, H.: Handbuch der Dermatologischen Phototherapie und -Diagnostik, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 392–395" veröffentlicht ist. Als Langzeitriskien sind dort eine vorzeitige Hautalterung und Karzinogenität aufgeführt. Aufgrund dieser Sachlage ist dort explizit ausgeführt, daß eine Anwendung von mittleren und hohen Dosen von UVA 1 im Kindesalter nicht zu empfehlen sind. Damit ist jedoch gerade die größte betroffene Gruppe von Neurodermitis ausgenommen.

Es ist weiter bekannt, daß Akne, eine im Gegensatz zu Neurodermitis aufgrund von Bakterienwachstum in verstopften Follikeln talgdrüsenreicher Hautbezirke mit Verhornungsstörungen hervorgerufene Hauterkrankung mit blauem Licht im Bereich von 400–440 nm ohne wesentliche UVA-Anteile zu behandeln, wobei die Erfolge beschränkt bleiben. Hierzu sei auf den Fachartikel "V. Sigurdsson et al., Phototherapy of Acne Vulgaris with visible Light, Dermatology 1997; 194, Bd. 3, 256–260" mit weiteren Literaturhinweisen verwiesen. Angestoßen wurde diese Form der Therapie, daß Aknefollikel im Rahmen der dermatologischen Untersuchung mit einer sogenannten "woodlamp" rot fluoreszieren. Als Quelle der Fluoreszenz wurde die Speicherung großer Mengen von Porphyrinen im Propionbakterium acne nachgewiesen (Mc Ginley et al., Facial follicular porphyrin fluorescence. Correlation with age and density of propionibacterium acnes, Br. J. Dermatol Vol. 102., Bd. 3, 437–441, 1980). Da Porphyrine ihre Hauptabsorption (Soret-Band)

um 400 nm haben, war es für Meffert et al. naheliegend, bakterienhaltige Aknefollikel mit sichtbarem Licht bzw. blauem Licht zu behandeln. Da die Haarfollikel mehrere mm tief in der Haut liegen, werden diese von violett oder blauem Licht kaum erreicht, weshalb die beobachtete Wirkung auch nur als mäßig beschrieben wurde. Die langwelligste Absorptionsbande der Porphyrine liegt bei 630 nm mit einer Eindringtiefe von 4 mm, die für eine photodynamische Follikelbehandlung günstiger erscheint.

Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, eine Bestrahlungseinrichtung zur Behandlung von primär T-Zell-vermittelten Hauterkrankungen zu schaffen, die weniger Nebenwirkungen aufweist und insbesondere auch zur Behandlung von Kindern geeignet ist.

Die Lösung des technischen Problems ergibt sich aus den Merkmalen des Patentanspruches 1. Durch die überraschende Wirksamkeit der Strahlung im Bereich von 400–440 nm auf die T-Zellen ist es somit möglich, eine Bestrahlungseinrichtung zur Behandlung von primär T-Zell-vermittelten Hauterkrankungen zu schaffen, die einerseits bisher kaum behandelbare Hautkrankheiten wie Lichen ruber zu behandeln ermöglicht und andererseits aufgrund der um Zehnerpotenzen geringeren Karziogenität gegenüber UVA auch eine Behandlung von Kindern ermöglicht. Die Wirksamkeit ist in klinischen Versuchen bereits eindrucksvoll bestätigt worden. Dabei sind die Versuchspersonen mit Bestrahlungsdosen zwischen 20 und 200 Joule behandelt worden. Darüber hinaus hat sich bei den Versuchspersonen überraschend eine nachhaltige Bräunung eingestellt, so daß sich die Bestrahlungseinrichtung auch für kosmetische Zwecke einsetzen läßt und auch dort die bekannten UV-Geräte mit den Problemen hinsichtlich der Gefahr von Hautkrebs ersetzen kann. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die optische Strahlungsquelle der Bestrahlungseinrichtung als mindestens eine Quecksilberniederdruckentladungslampe mit vorzugsweise $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7\text{:Eu}$ - oder $(\text{SrMg})_2\text{P}_2\text{O}_7\text{:Eu}$ -Phosphor als Leuchtstoff ausgebildet. Mit diesen lassen sich bereits Bestrahlungsstärken größer 50 mW/cm^2 in einem Abstand von 50 cm realisieren. Durch entsprechende Fokussierung der von den optischen Strahlungsquellen emittierten Strahlung auf die Bestrahlungsfläche kann die effektive Bestrahlungsstärke noch weiter erhöht werden, was prinzipiell auch für die nachfolgenden optischen Strahlungsquellen gilt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die optische Strahlungsquelle als Quecksilber-Hochdruckentladungslampe mit Metallhalogenidadditiven Gallium-Indium-Iodid und/oder Galliumiodid ausgebildet, wobei das Gewichtsverhältnis zwischen dem Quecksilber und den Metallhalogenidadditiven 10–100 beträgt. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades ist der Quarzkolben im Bereich der Elektroden mit Zirkoniumoxid teilverspiegelt.

Zur Unterdrückung der aufgrund des Quecksilbers emittierten Strahlungsanteile im UVA-Bereich ist der Bestrahlungseinrichtung ein UVA-Filter zugeordnet, der im einfachsten Fall aus einer Glasscheibe oder einem UVA-undurchlässigem transparenten Kunststoff besteht. Vorzugsweise ist der UVA-Filter als Hüllrohr ausgebildet, der um die optische Strahlungsquelle angeordnet ist und der Bereich zwischen Hüllrohr und Quarzkolben auf einen Gasdruck von 10–500 Torr evakuiert ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist optische Strahlungsquelle als elektrodenlose Quecksilberhochdruckentladungslampe ausgebildet, wodurch dann die aufgrund ihres höheren Dampfdruckes zu bevorzugenden Metallhalogenide Galliumchlorid und/oder -bromid vorrangig zur Anwendung kommen können, sowie das reine Metall

Gallium selbst mit seiner geringen Anzahl von Nebenlinien. Die elektromagnetische Energie für die Entladung wird dann mittels eines Magnetrons mit zugeordneter Antenne in einen durch eine metallische Abschirmung gebildeten Resonator eingekoppelt.

Des weiteren ist vorzugsweise ein IR-Filter vorgesehen, um die unerwünschte Wärmestrahlung zu unterdrücken.

Um einerseits die optischen Strahlungsquellen mit genügend hoher Leistung betreiben zu können und andererseits die Entfernung zwischen der optischen Strahlungsquelle und der Bestrahlungsfläche möglichst gering wählen zu können, um eine entsprechend hohe Bestrahlungsstärke zu erreichen, wird den optischen Strahlungsquellen ein Kühlaggregat zugeordnet. Das Kühlaggregat ist vorzugsweise als Flüssigkeitskühlung ausgebildet. Vorzugsweise besteht das Kühlaggregat aus zwei Strahlungskühlerfassungen mit integrierten Zu- und Abläufen zwischen denen ein transparentes Hüllrohr angeordnet ist. Der Vorteil dieser Anordnung ist, daß die Strahlungskühlerfassungen lösbar mit der optischen Strahlungsquelle verbunden sind, was deren Wiederverwendung bei defekten optischen Strahlungsquellen erlaubt. Dieses transparente Hüllrohr des Kühlaggregats wirkt ebenfalls als UVA-Filter, so daß bei der elektrodenlosen Quecksilberhochdruckentladungslampe auf das zusätzliche evakuierte Hüllrohr verzichtet werden kann. Als Kühlmittel kommen insbesondere Wasser und für die elektrodenlose Hochdrucklampe Silikonöl in Betracht. Das Silikonöl weist dabei eine Vielzahl von weiteren Vorteilen auf. Neben einem großen stabilen Temperaturbereich sind Kühlungen bis auf 4°C möglich. Silikonöl weist eine geringe Absorption von Mikrowellenenergie auf und wirkt gleichzeitig als IR-Filter, so daß auch auf separate IR-Filter weitgehend verzichtet werden kann.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Figur zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Quecksilber-Hochdruckentladungslampe,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine Quecksilber-Hochdruckentladungslampe mit integrierter Wasserkühlung,

Fig. 3 Dampfdruckkurven von Gallium und Galliumhalogeniden,

Fig. 4 einen Querschnitt durch einen elektrodenlosen Hochdruckentladungslampe mit Kühlaggregat und einem Magnetron,

Fig. 5 einen Querschnitt durch eine elektrodenlose Hochdruckentladungslampe mit Kühlaggregat und zwei Magnetrons,

Fig. 6 ein Spektrum einer Hochdruckentladungslampe mit einem Gewichtsverhältnis zwischen Quecksilber und Galliumiodid von 44,

Fig. 7 ein Spektrum einer Hochdruckentladungslampe mit einem Gewichtsverhältnis zwischen Quecksilber und Galliumiodid von 22,

Fig. 8 ein Spektrum einer Hochdruckentladungslampe mit einem Gewichtsverhältnis von Quecksilber und Galliumiodid von 8,8,

Fig. 9 ein Spektrum einer bekannten Gallium-Indium-Effektleuchte und

Fig. 10 ein schematische Querschnittsdarstellung einer Ganzkörperbestrahlungseinrichtung.

Die optische Strahlungsquelle der Bestrahlungseinrichtung zur Behandlung von primär T-Zell-vermittelten Hauterkrankungen kann sowohl als Nieder- als auch als Hochdruckentladungslampe ausgebildet sein. Wie später jedoch noch näher erläutert, weist eine Quecksilber-Hochdruckentladungslampe 1 im Spektrum einige Vorteile gegenüber den bekannten Niederdruckentladungslampen für den interessierenden Spektralbereich auf.

Die Quecksilber-Hochdruckentladungslampe 1 umfaßt einen Quarzkolben 2, in dem zwei Elektroden 3 angeordnet sind. An die Elektroden 3 sind elektrische Anschlußleitungen 4 für die Spannungszuführung angeschlossen, die zu einer Schraubfassung 5 geführt sind. Um den Quarzkolben 2 ist ein Hüllrohr 6 angeordnet, das an seinem einem Ende geschlossen ausgebildet ist und an seinem anderen Ende hermetisch dicht mit der Schraubfassung 5 verbunden ist. Der Raum zwischen Hüllrohr 6 und Quarzkolben 2 ist auf einen Gasdruck von 10–500 Torr evakuiert. In dem Quarzkolben 2 befinden sich Quecksilber, Argon und ein Metallhalogenidadditiv wie beispielsweise Galliumiodid und/oder Gallium-Indiumiodid, das bevorzugt im Wellenlängenbereich von 400–440 nm emittiert. Auf die Bestrahlungsstärke und die Spektren wird später noch näher eingegangen. Menge und Mischungsverhältnisse der Dotierstoffe 7 innerhalb des Quarzkolbens 2 sind dabei auch leistungsabhängig. Das Gewichtsverhältnis von Quecksilber zu den Metallhalogenidadditiven beträgt dabei 10–100. Im Leistungsbereich von 400 W kommt dabei vorzugsweise ein Mischungsverhältnis von 1–5 mg Metallhalogenidadditiv auf 44 mg Quecksilber zur Anwendung. Der Quarzkolben 2 ist darüber hinaus im Bereich 8 der Elektroden 3 mittels Zirkoniumoxid teilverspiegelt, um die Temperatur im elektrodennahen Raum des Quarzkolbens 2 zu erhöhen. Das Hüllrohr 6 hat dabei im wesentlichen zwei Funktionen. Zum einen dient es als UVA-Filter, um diesen unerwünschten Spektralanteil soweit als möglich zu reduzieren. Zum anderen dient das Hüllrohr 6 zur Wärmeisolation, da im Laufe des Betriebes die Oberfläche des Quarzkolbens 2 sehr heiß wird. Ein weiterer Vorteil des Hüllrohrs 6 ist der Schutz der eigentlichen Hochdruckentladungslampe gegen äußere Temperaturänderungen.

In Fig. 2 ist ein Querschnitt durch die Quecksilber-Hochdruckentladungslampe 1 gemäß Fig. 1 mit integriertem Kühlmittelaggregat dargestellt. Das Kühlmittelaggregat umfaßt eine erste und eine zweite Strahlungskühlerfassung 9, 10 und ein transparentes Hüllrohr 11. In die beiden Strahlungskühlerfassungen 9, 10 ist jeweils ein Zu- bzw. Ablauf 12, 13 integriert, an die dann jeweils ein Schlauch anschließbar ist. Die erste Strahlungskühlerfassung 9 ist einfach auf die Schraubfassung 5 aufgeschoben. Das transparente Hüllrohr 11 ist dann in die Strahlungskühlerfassung 9 eingeschoben und ist an der Schraubfassung 5 entgegengesetzten Seite durch die zweite Strahlungskühlerfassung 10 abgeschlossen. Mittels O-förmigen Dichtringen 14, 15, 16 wird ein hermetisch dichter Kreislauf für das Kühlmittel 17 zwischen dem Zulauf 12 und dem Ablauf 13 gebildet. Das Kühlmittel 17 kann dabei im einfachsten Fall Wasser sein. In diesem Fall dient das Kühlmittel 17 überwiegend der Abführung der entstehenden Wärme an dem evakuierten Hüllrohr 6, um dieses auf eine Temperatur von 40–60°C zu halten.

Da die Eindringtiefe des blauen Lichtes begrenzt ist, gleichwohl bei Erkrankungen der tieferliegenden Hautschichten bzw. Hautanhangsorganen, wie den Haarwurzeln, oder bei entzündungsbedingten Verdickungen der Haut, wie bei der Psoriasis und der Sklerodermie die Strahlung sehr tief eindringen muß, ist eine Bestrahlungseinrichtung vorteilhaft, bei der das umlaufende Kühlmittel 17 deutlich kühler als die Hauttemperatur ist. Dann kann das gekühlte Hüllrohr 11 direkt auf die befallene Haut aufgelegt werden, wobei dann mit Bestrahlungsstärken in der Größenordnung von ca. 1–2 W/cm² bei einer elektrischen Anschlußleistung von 1000 W appliziert werden kann, da höhere Bestrahlungsstärken zu einer kürzeren Behandlungszeit führen. In Folge der hohen Gewebsabsorption des blauen Lichtes kommt es in den oberen Gewebsschichten zu einer sehr starken Wärmeentwicklung, die ohne diese Kühlung auf beispielsweise 4°C ansonsten zu Verbrennungen führen würde. Durch diese

Kühlung kann die durch eine Schwellendosis begrenzte Tiefenwirkung bis auf mehrere Millimeter und somit in den Follikelbereich ausgedehnt werden. Bevorzugtes Kühlmittel 17 bei Elektrodenlampen ist Wasser.

Zusätzlich kann das Hüllrohr 6 an seiner Innenseite mit den von den Niederdruckentladungslampen bekannten Leuchtstoffen beschichtet werden, um so zusätzliche Anteile der vom Quecksilber emittierten UVC-Strahlung in den interessierenden Wellenlängenbereich von 400–440 nm zu transformieren. Da der Leuchtstoff im Bereich von 400–440 nm selbst nur eine geringe Absorption aufweist, ist somit eine effektive Erhöhung der Emission in diesem Wellenlängenbereich möglich. Voraussetzung für den Einsatz von blauen Leuchtstoffen im evakuierten, gegebenenfalls mit Edelgas gefüllten Hüllrohr ist die Kühlung des Leuchtstoffes. Unter normalen Betriebsbedingungen ohne Kühlung erreicht das Hüllrohr bis zu 600°C. Der Wirkungsgrad von den blauen Leuchtstoffen fällt jedoch bei Temperaturen oberhalb von 100°C stark ab, so daß deren Verwendung erst bei Verwendung einer Thermostatisierung auf unterhalb 100°C sinnvoll ist, wie sie durch das zuvor beschriebene Kühlmittelaggregat erreichbar ist. Durch Einsatz von Leuchtstoffen in Verbindung mit anderen Dotierungen im Quarzbrenner, die bevorzugt im UV-Bereich abstrahlen, kann der Wirkungsgrad der optischen Strahlungsquelle weiter gesteigert werden. Hierzu eignen sich Halogenidverbindungen der Metalle Selen, Antimon Zink und Kadmium.

In der Fig. 3 sind die Dampfdruckkurven in Torr über der absoluten Temperatur für das reine Metall Gallium sowie dessen Halogenid-Salze Galliumiodid, Galliumchlorid und Galliumbromid dargestellt. Bei den zulässigen Wandtemperaturen ohne Flüssigkeitskühlung ist das reine Gallium den Halogeniden um mehrere Größenordnungen unterlegen, so daß eine effiziente Entladung mit Gallium nur bei extrem hohen Plasmatemperaturen erreicht werden kann, wozu wiederum eine stärkere Kühlung mit beispielsweise Silikonöl notwendig ist. Der Vorteil von reinem Gallium im Vergleich zu den Halogeniden ist die geringere Anzahl von Nebenlinien im nicht interessierenden Spektralbereich außerhalb von 400–440 nm. Von den dargestellten Gallium-Halogeniden hat Galliumiodid den niedrigsten Dampfdruck. Um Größenordnungen besser aus dieser Sicht ist Galliumbromid. Diese Bromide oder Chloride sind jedoch derart aggressiv, daß diese die Elektroden 3 in den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 und 2 schnell zerstören würden.

Daher wird bei Verwendung von Galliumbromiden oder -chloriden eine Bestrahlungseinrichtung ohne Elektroden 3 wie in Fig. 4 dargestellt bevorzugt. Die Bestrahlungseinrichtung 1 umfaßt einen Quarzkolben 2, in dem das Gallium oder die Galliumhalogenide verteilt sind. Um den Quarzkolben 2 ist das bereits beschriebene Kühlaggregat angeordnet. An mindestens einer Stirnfläche einer Strahlungskühlerfassung 9 ist ein Magnetron 18 mit zugeordneter Antenne 19 angeordnet. Weiter ist um das Kühlaggregat herum eine metallische Abschirmung 20 angeordnet, die für die von der Antenne 19 abgestrahlten elektromagnetischen Wellen einen Resonator bildet. Die Verwendung von Wasser als Kühlmittel 17 scheidet bei dieser Anordnung aus, da Wasser zu stark die elektromagnetischen Wellen des Magnetrons 18 absorbieren würde, so daß hier vorzugsweise Silikonöl als Kühlmittel verwendet wird.

Elektrodenlose Lampen haben mit Nutzungsdauern von 10 000–20 000 Stunden und einem besseren Wirkungsgrad Vorteile gegenüber konventionellen Lichtquellen mit Elektroden 3. Die Emission dieser Lampen wird jedoch durch Temperaturunterschiede innerhalb der Lampe beeinflusst. Werden Teile des Quarzkolbens 2 (Plasmaampulle) nicht gleichförmig erhitzt, so kommt es zu dunklen Bändern, die

durch Selbstabsorption des Plasmas hervorgerufen werden. Die Temperaturunterschiede innerhalb der Plasmaquelle sind oft das Ergebnis einer ungleichmäßigen Feldverteilung der Mikrowellenenergie im Resonator. Hierdurch kommt es zu einer ungleichmäßigen Entladung und einer Verschlechterung der Lampenleistung. Die Kontrolle über die elektromagnetische Feldverteilung wird in einer bevorzugten Ausführungsform durch einen Resonanzzyylinder erreicht, der die E_{01} -Mode unterstützt. In diesem Fall ist die Feldverteilung derart, daß das elektrische Feld in der Resonatorachse seinen höchsten Wert hat und der elektrische Feldvektor in Radialrichtung zeigt. Zu den leitenden Wänden des Resonators fällt die Feldstärke ab, um an der leitenden Oberfläche der zylindrischen Abschirmung 20 zu verschwinden. Die erforderliche Leistung ist abhängig von der erzielbaren Plasmadichte. Das Plasma konzentriert sich in der Mitte des Entladungsgefäßes. Bei coaxialer Ausrichtung befindet sich der gesamte Zylindermantel des Quarzkolbens 2 im Bereich der gleichen Feldstärke, so daß diesbezügliche Ungleichmäßigkeiten ausgeschlossen werden. Der Resonanzhohlleiter hat bei der E_{01} -Mode und der bevorzugten Anregungsfrequenz von 2450 MHz einen Durchmesser von 9,37 cm. Unter diesen Bedingungen ist für den Resonator jede Länge zulässig, ohne daß die E_{01} -Resonanzbedingung verändert würde, wodurch der Resonator so einfach an unterschiedliche Leistungen durch Veränderung der Länge angepaßt werden kann.

Ein weiterer Vorteil der E_{01} -Mode ist, daß aufgrund der Symmetrie von zwei Seiten elektromagnetische Energie eingekoppelt werden kann, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist, was insbesondere bei größeren Längen des Quarzkolbens 2 wichtig ist. Wegen der stehenden Welle ist lediglich der Durchmesser des Hohlleiters genau einzuhalten. Der Abstand der beiden Magnetrons 18 voneinander ist vergleichsweise unkritisch. Es ist lediglich darauf zu achten, daß die Energieabsorption im Plasma ausreichend hoch ist, so daß keine ungedämpften Wellen auf das jeweils andere Magnetron 18 treffen, da dies zur Zerstörung führen könnte.

Wie bereits ausgeführt, scheidet Wasser als Kühlmittel aus. Vorzugsweise kommen daher Silikonöle wie beispielsweise Dimethyl-Polysiloxan zur Anwendung, die nur eine geringe Mikrowellenabsorption von weniger als 0,2 W/cm pro Kilowatt Leistung aufweisen. Silikonöl ist transparent im sichtbaren Bereich und absorbiert einen signifikanten IR-Anteil im Wellenlängenbereich größer 1 µm. Dadurch kann entweder auf separate IR-Filter ganz verzichtet bzw. können diese unkritischer dimensioniert werden. Des weiteren ist Dimethyl-Polysiloxan über einen weiten Temperaturbereich von -70°C–250°C einsetzbar. Mit dieser Anordnung ist es möglich, bis zu 300 W/cm³ Plasma einzukoppeln, ohne daß es zum Einschmelzen des Quarzkolbens 2 kommen würde. Im Vergleich zur üblichen Luftkühlung einer Plasmaquelle entfallen die sonst bei hohem Luftstrom auftretenden Geräusche, was für den Patienten psychologisch angenehmer ist.

Möchte man im elektrodenlosen System auf die Silikonölkühlung verzichten, so kann eine rotierende Plasmaquarz-kugel Anwendung finden, die beispielsweise an einem Schaft angeordnet ist und bei der Rotation in einem E_{111} - oder E_{112} -Mode-Resonator sich im Mittel eine gleichmäßige Feldverteilung ergibt. Darüber hinaus wird dadurch die effektive Oberfläche für eine Konvektionskühlung vergrößert. Vorzugsweise findet die Kugelrotation dabei in zwei Ebenen statt, so daß es im Mittel zu einer vollkommenen Feldvermischung kommt. Alternativ und technisch einfacher zu realisieren ist eine sogenannte Taumelrotation, d. h. während einer Rotation um die z-Achse rotiert der Stab selbst um einen Kegelmantel.

In den Fig. 6–9 sind verschiedene Spektren bei unter-

schiedlicher Dotierungen dargestellt, wobei auf der Y-Achse die Bestrahlungsstärke in mW/cm^2 pro 0,5 nm bei 50 cm Abstand aufgetragen ist. Die abgebildeten Spektren zeigen, daß bei einem Gewichtverhältnis Quecksilber zu Galliumiodid von 8,8 die Emission im Spektralbereich zwischen 400–440 nm erheblich abnimmt. Bei den Gewichtverhältnissen 22 bzw. 44 ist die Ausbeute im interessierenden Spektralbereich wesentlich besser. Eine weitere Steigerung der Emission im Bereich zwischen 400–440 nm ist durch Zugabe von Indiumiodid im Verhältnis Quecksilber/Indiumiodid von 20–200 möglich. Mit Hilfe des Zusatzes geringer Mengen Indiumiodid ist eine Anhebung der Indiumemission im Bereich 405 nm möglich, ohne daß die blaue Emission im Bereich 500 nm die Energieausbeute in dem interessierenden Spektralbereich zwischen 400–440 nm sich verschlechtert.

In Fig. 10 ist eine schematische Darstellung einer Ganzkörperbestrahlungseinrichtung für einen Patienten 21 dargestellt. Dazu sind eine Vielzahl der optischen Strahlungsquellen arrayförmig zueinander angeordnet, wobei jeder optischer Strahlungsquelle ein Parabolreflektor 22 zugeordnet ist. Bei Verwendung der beschriebenen Kühlaggregate können diese mäanderförmig miteinander verbunden werden. Alternativ können jedoch nur einzelne Kühlaggregate der Strahlungsquellen zusammengefaßt werden, so daß dann mehrere Kühlkreisläufe mit Pumpen zur Anwendung kommen.

Patentansprüche

1. Bestrahlungseinrichtung für therapeutische und kosmetische Zwecke, umfassend mindestens eine optische Strahlungsquelle, die auf einer zu bestrahlenden Fläche im Wellenlängenintervall von 400–440 nm eine Bestrahlungsstärke von mindestens 20 mW/cm^2 erzeugt und im Wellenlängenintervall von 340–400 nm eine Bestrahlungsstärke von weniger als 2 mW/cm^2 erzeugt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestrahlungseinrichtung zur Behandlung von primär T-Zell-vermittelten Hauterkrankungen, insbesondere von atopischer Dermatitis (Neurodermitis), cutanem T-Zell-Lymphom, Lichen ruber, Alopecia areata, systemischen Lupus erythematodes und Psoriasis und zur kosmetischen Bräunung verwendet wird.
2. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Strahlungsquelle als Quecksilberniederdruckentladungslampe mit einem der nachfolgenden Leuchtstoffe $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7\text{:Eu}$, $(\text{SrMg})_2\text{P}_2\text{O}_7\text{:Eu}$, $\text{Sr}_3\text{Cl}(\text{PO}_4)_3\text{:Eu}$, $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}\text{:Eu}$, $\text{SrMgAl}_{18}\text{O}_{39}\text{:Eu}$, $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}\text{:Eu:Mn}$, $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2\text{:Eu}$, $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2\text{:Eu}$, $\text{CaWO}_4\text{:Pb}$ oder CaWO_4 ausgebildet ist.
3. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Strahlungsquelle als Metallhalogenidlampe mit einem Zündgas und Quecksilber sowie mit Metallhalogenidadditiven Gallium-Indium-Iodid, Galliumiodid, Selen, Antimon, Zink und/oder Kadmium ausgebildet ist.
4. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewichtsverhältnis zwischen dem Quecksilber und dem Metallhalogenidadditiv 10–100 beträgt.
5. Bestrahlungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsrohr in einem Elektrodenbereich (8) mittels Zirkoniumoxid teilverspiegelt ausgebildet ist.
6. Bestrahlungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

zwischen der optischen Strahlungsquelle und der zu bestrahlenden Fläche eine Glasscheibe oder ein transparenter, UVA-undurchlässiger Kunststoff, insbesondere Acryl GS oder Polycarbonat als UVA-Filter angeordnet ist.

7. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der UVA-Filter als evakuiertes Hüllrohr (6) um die optische Strahlungsquelle herum ausgebildet ist.

8. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenseite des Hüllrohrs (6) mit einem der Leuchtstoffe gemäß Anspruch 2 beschichtet ist.

9. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Strahlungsquelle als elektrodenlose Quecksilber-Metallhalogenid-Lampe ausgebildet ist, die mit Gallium, Galliumiodid, Gallium-Bromid und/oder -Chlorid gefüllt ist und der mindestens ein Magnetron (18) mit Antenne (19) zugeordnet ist, über die elektromagnetische Energie in einen durch eine metallische Abschirmung (20) gebildeten Resonator einkoppelbar ist und in dem ein die Dotierstoffe beinhaltende Quarzkolben (2) angeordnet ist.

10. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Resonator als E_{01} -Moden-Resonator für die vom Magnetron (18) eingekoppelte elektromagnetische Strahlung ausgebildet ist.

11. Bestrahlungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlungseinrichtung mit einem IR-Filter ausgebildet ist.

12. Bestrahlungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bestrahlungseinrichtung ein Kühlaggregat zugeordnet ist.

13. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlaggregat als transparentes Hüllrohr (11) mit einem Zu- und einem Ablauf (12, 13) ausgebildet ist, das um die optische Strahlungsquelle herum angeordnet ist, wobei über den Zu- und Ablauf (12, 13) ein Kühlmittel (17) zirkuliert.

14. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel (17) Wasser oder Silikonöl ist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

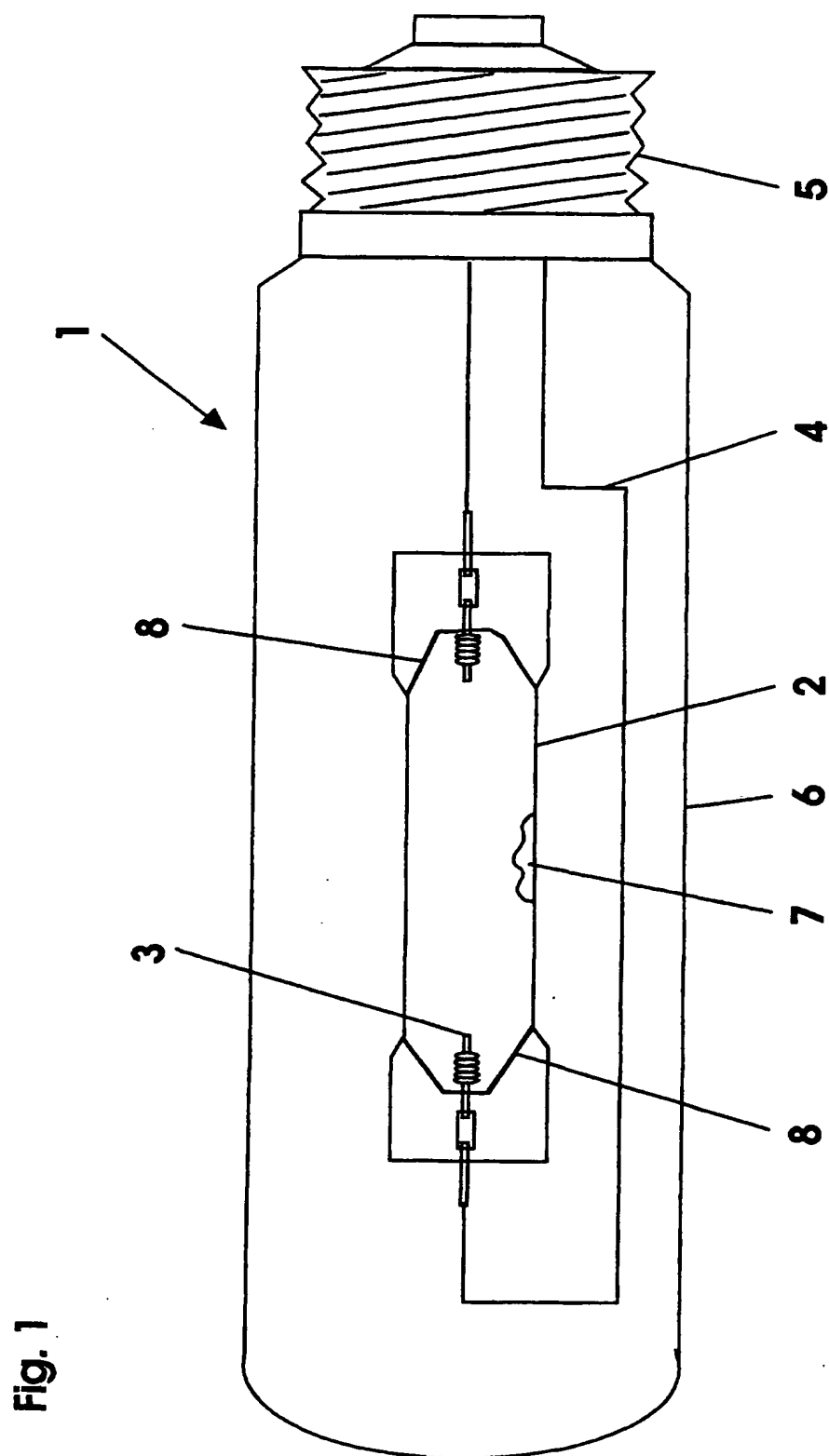


Fig. 1

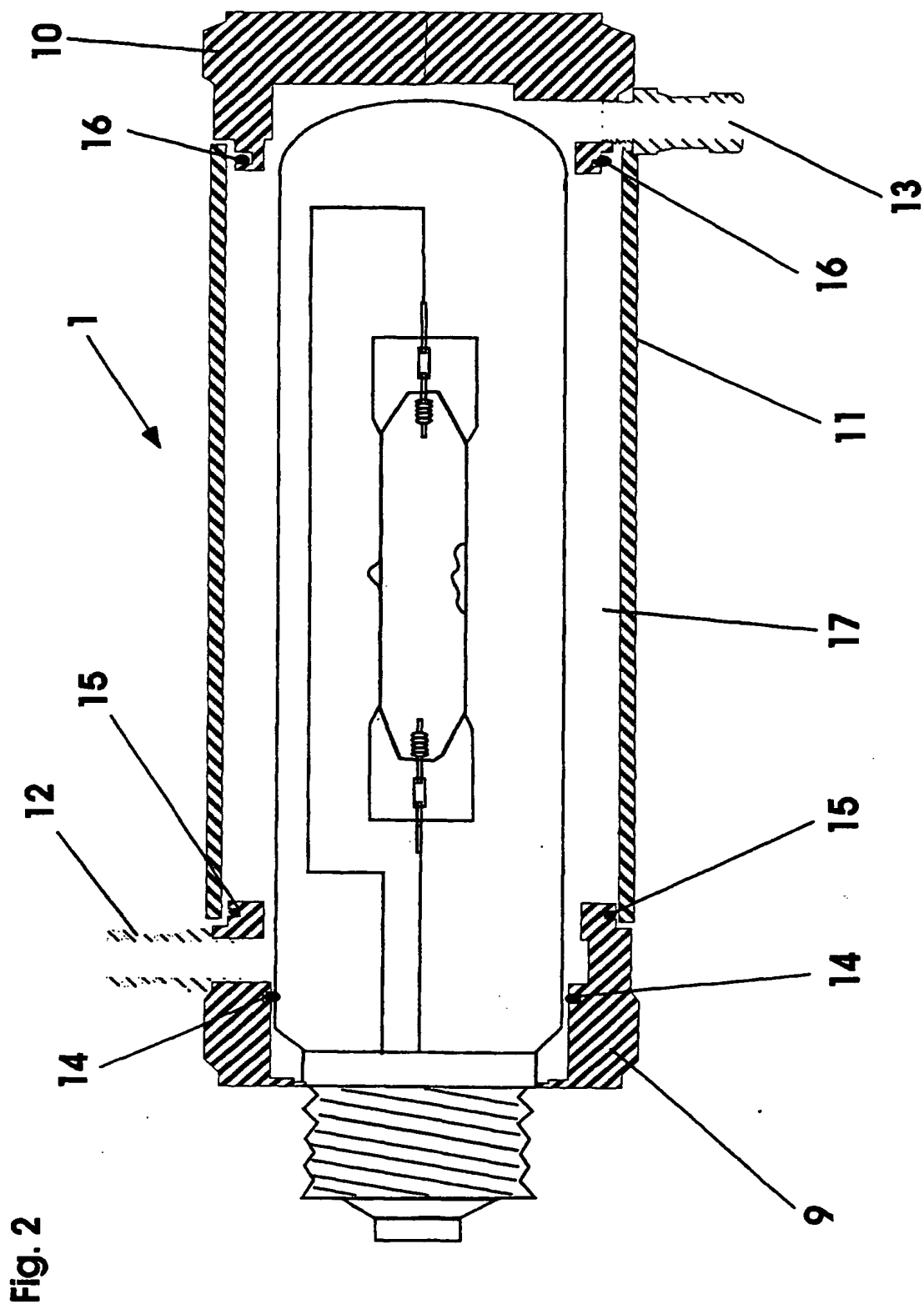
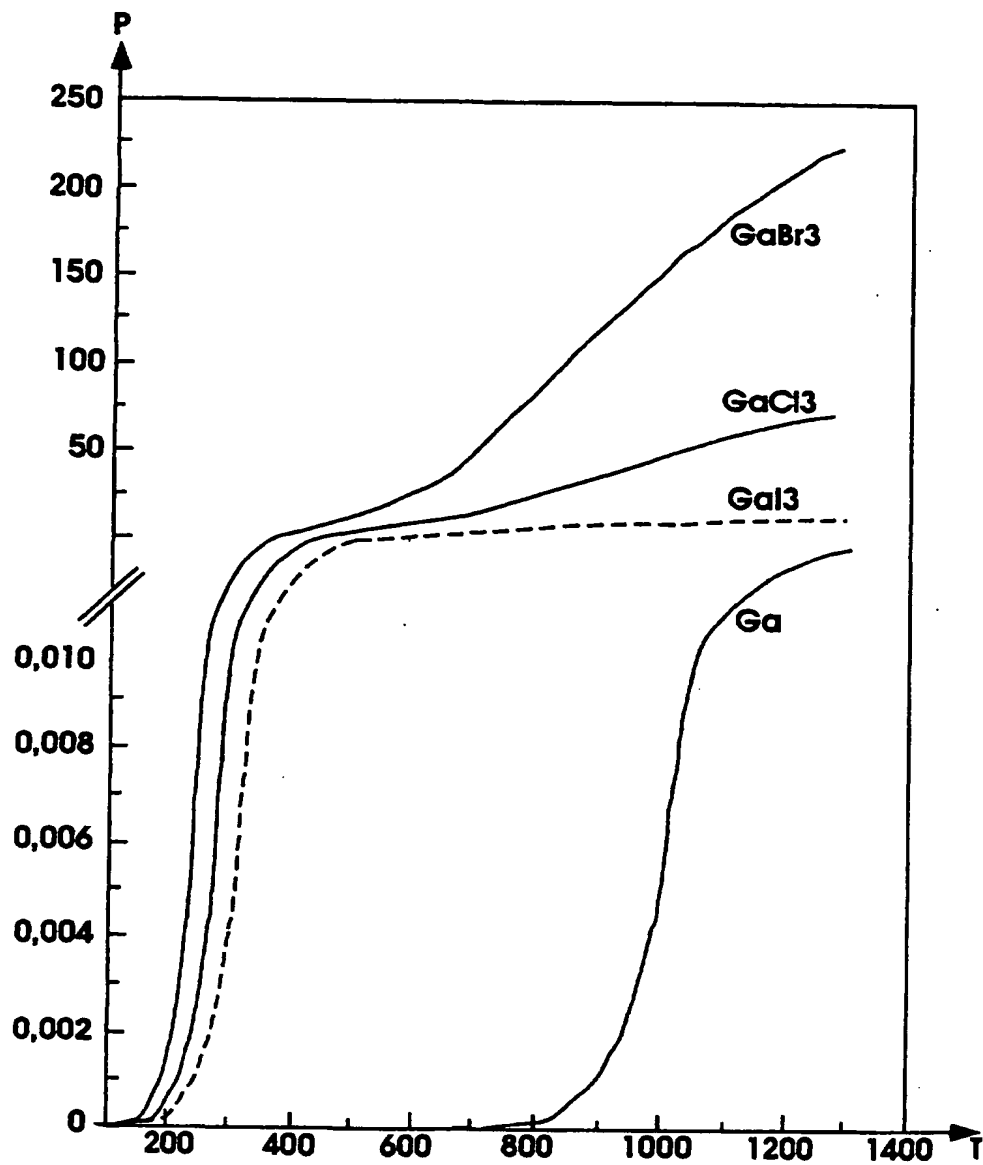
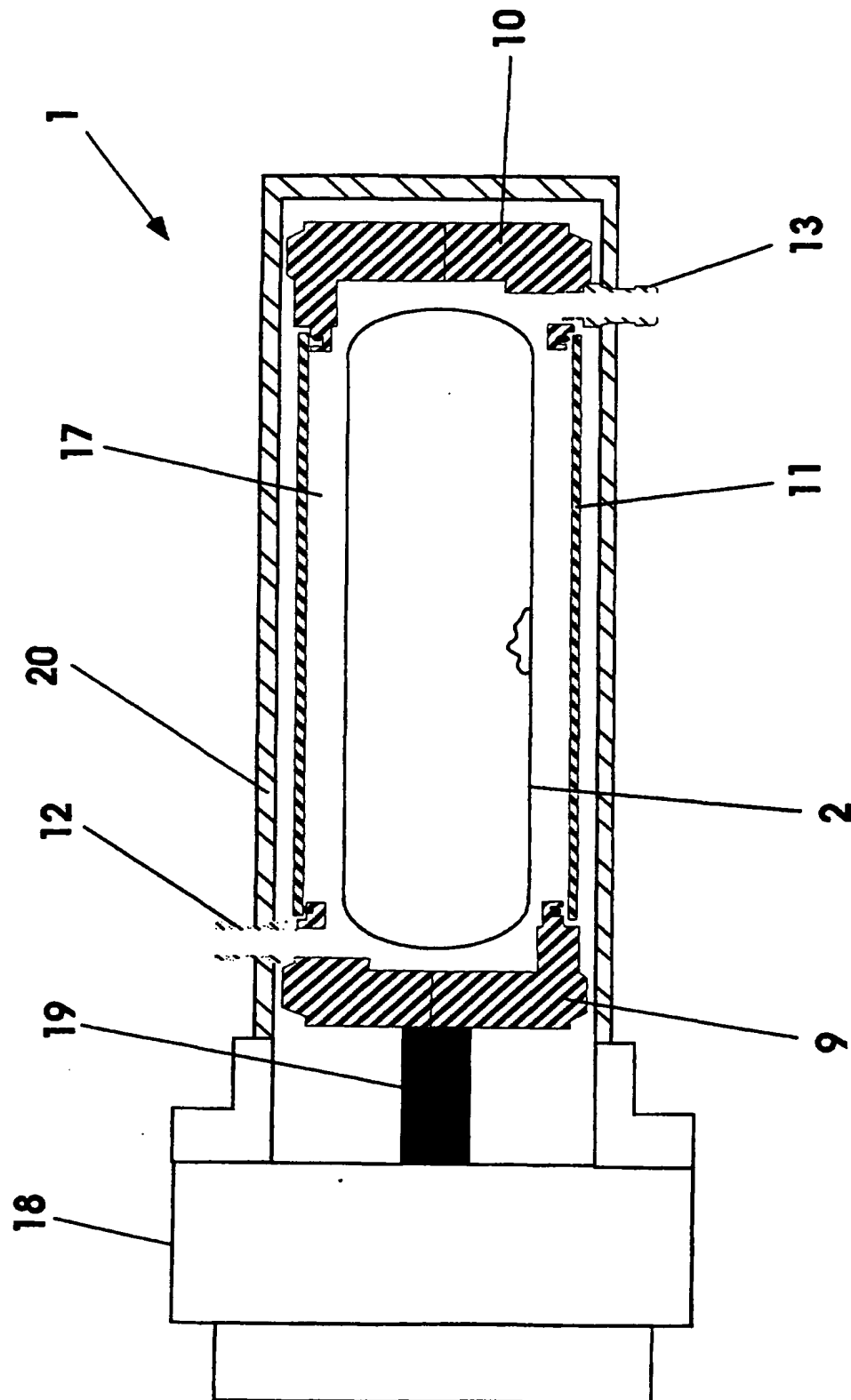
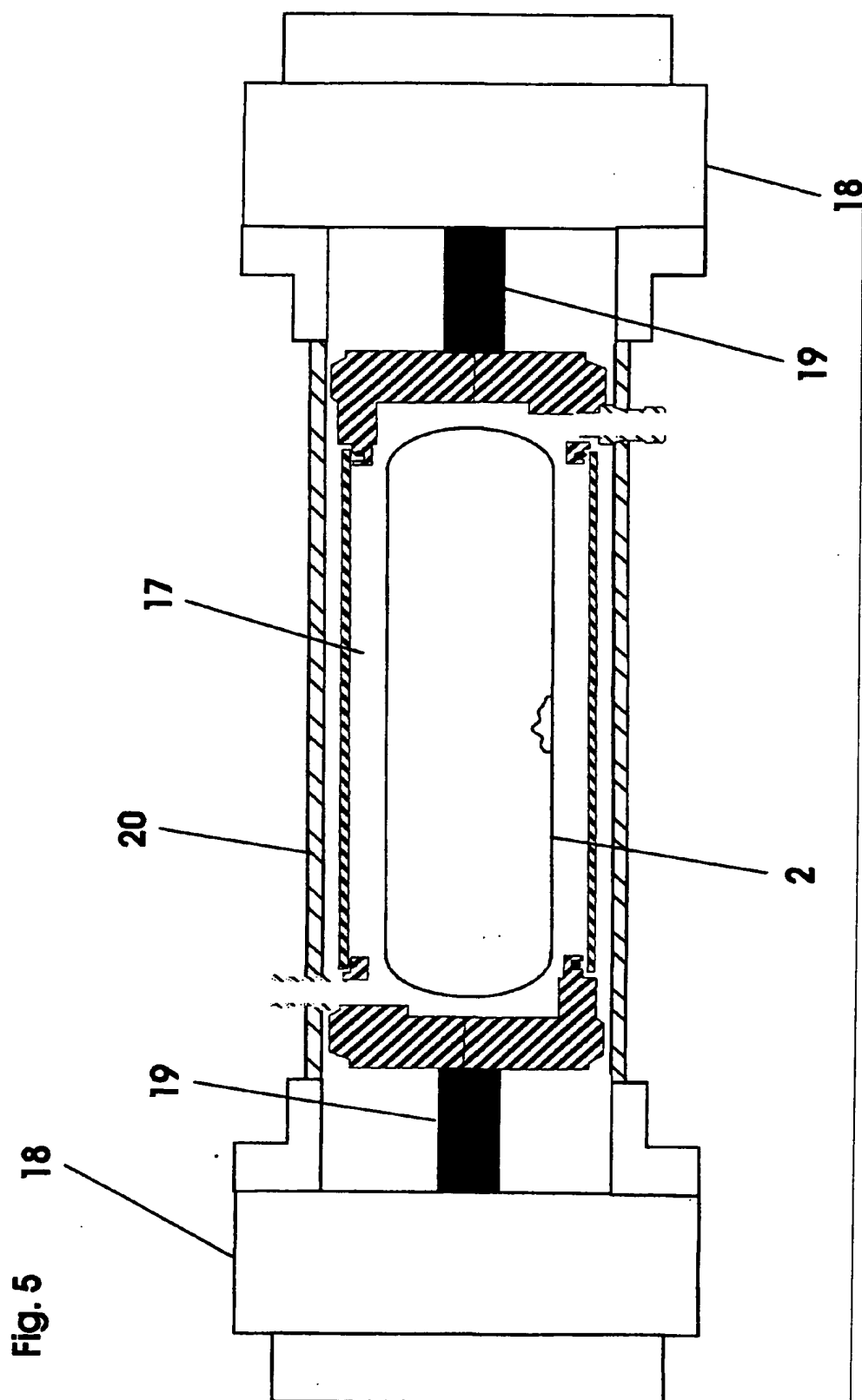


Fig. 2

Fig. 3







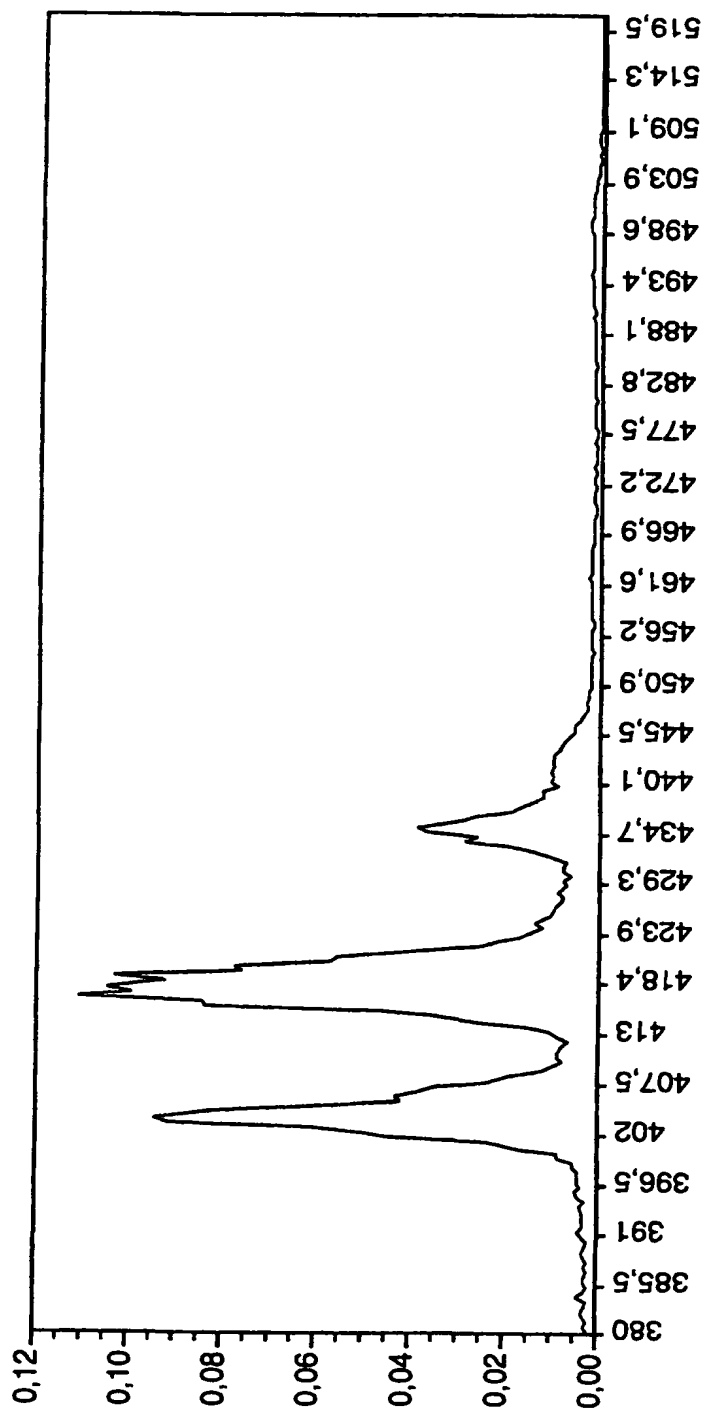


Fig. 6

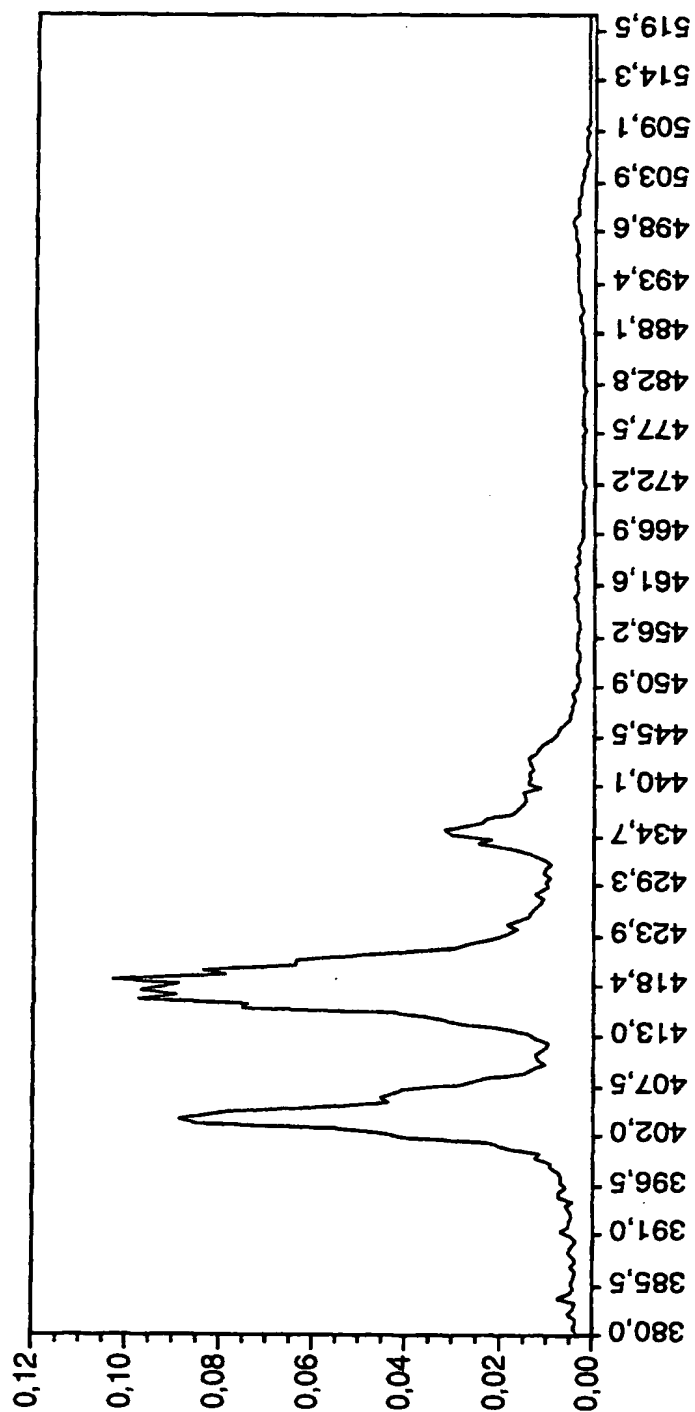
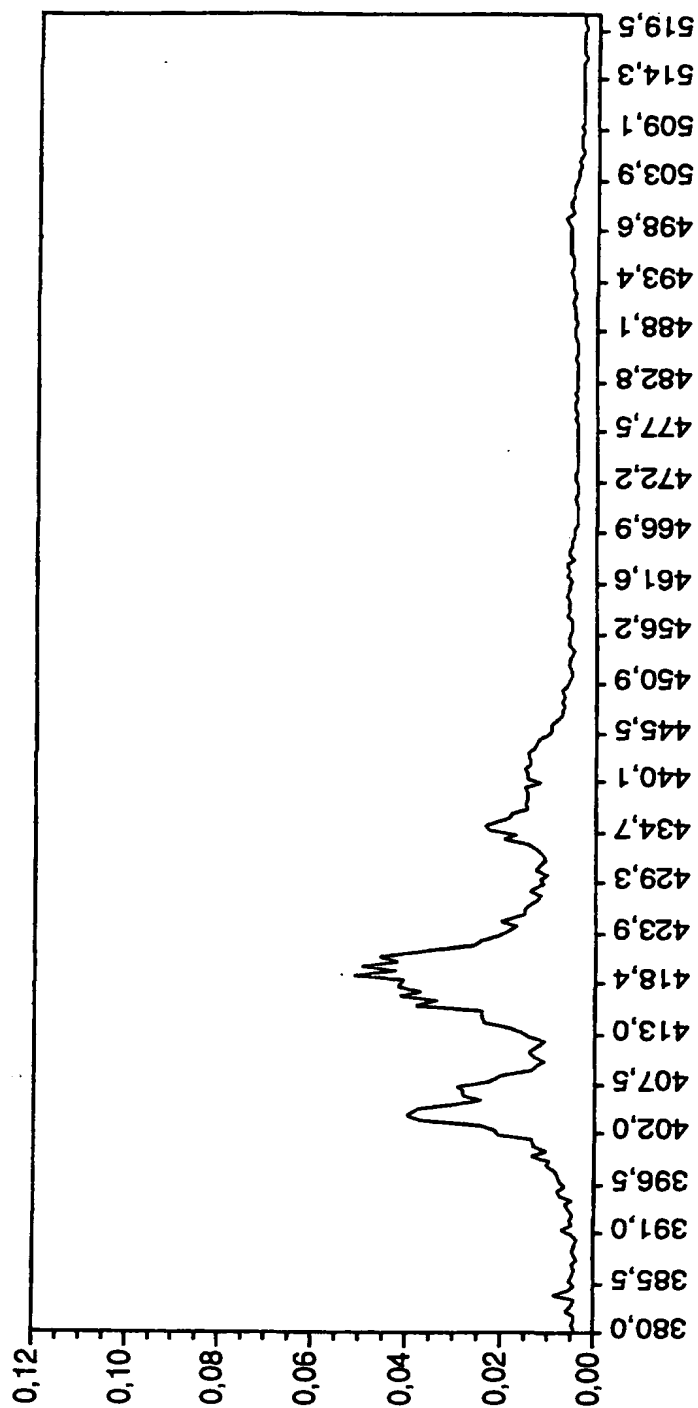


Fig. 7

Fig. 8



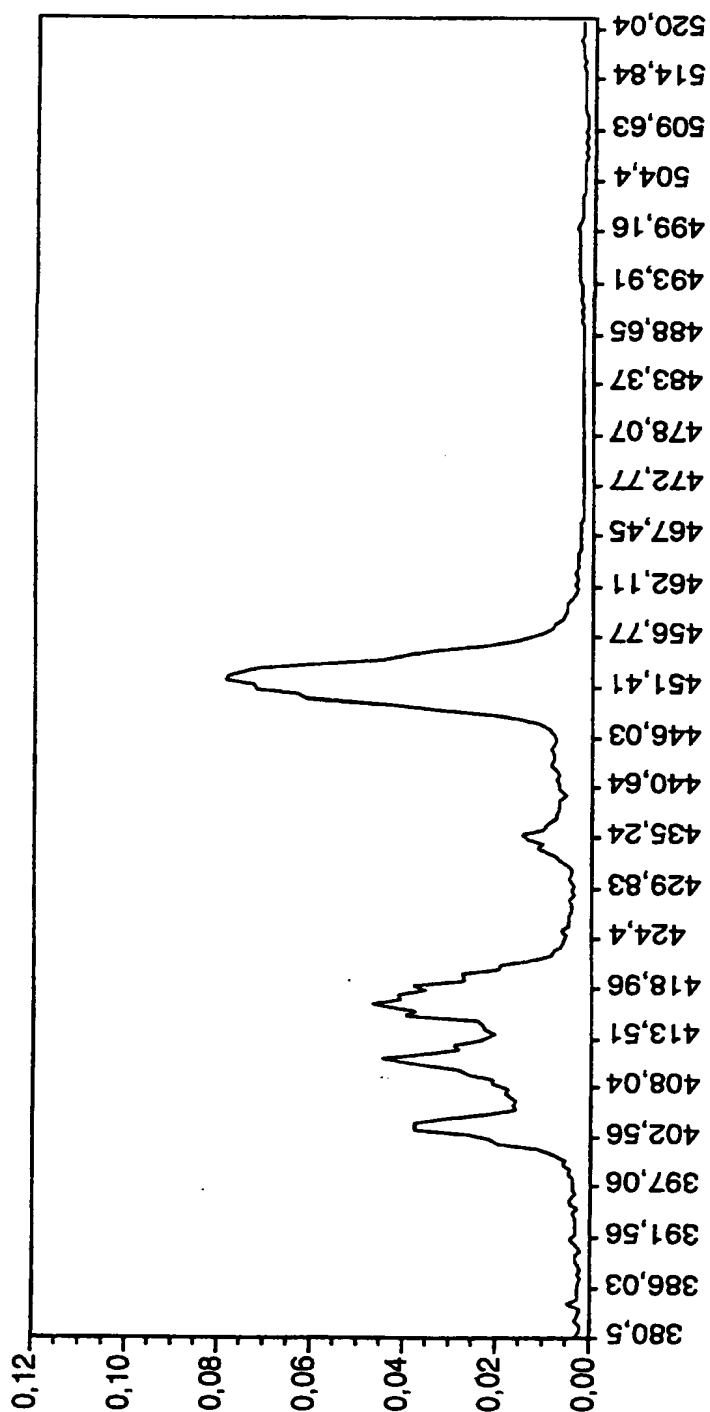


Fig. 9

Fig. 10

